

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-322612  
 (43)Date of publication of application : 14.11.2003

(51)Int.Cl.

G01N 21/17  
 A61B 5/145  
 G01N 21/35  
 // A61B 5/026  
 A61B 10/00

(21)Application number : 2002-128107  
 (22)Date of filing : 30.04.2002

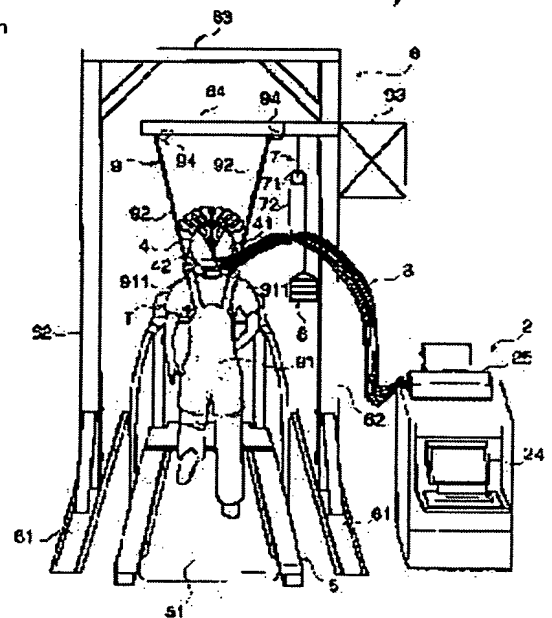
(71)Applicant : COMMUNICATION RESEARCH LABORATORY  
 (72)Inventor : MIYAI ICHIRO  
 TANABE HIROKI  
 SASE ICHIRO  
 EDA HIDEO  
 ODA ICHIRO  
 KONISHI IKUO  
 TSUNASAWA YOSHIO  
 SUZUKI TSUNEHICO  
 YANAGIDA TOSHIO  
 KUBOTA KISOU

## (54) BRAIN-ACTIVITY MEASURING APPARATUS AND HEAD MOUNTING IMPLEMENT FOR BRAIN-ACTIVITY MEASUREMENT

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a brain-activity measuring apparatus which does not give an unpleasant feeling to a subject due to a load of an optical fiber when a brain activity is measured by using an NIRS method and in which an intrinsic result of a measurement is not influenced due to the load and to provide a head mounting implement used for the measuring apparatus.

**SOLUTION:** The brain-activity measuring apparatus 1 is constituted in such a way that an intermediate length position of an optical fiber group 3 extended to a control part 2 from the head mounting implement 4 mounted on a head of the subject T is lifted up by a lifting means 7.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 30.04.2002  
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]  
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
 [Date of final disposal for application]  
 [Patent number]  
 [Date of registration]  
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]  
 [Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-322612

(P2003-322612A)

(43) 公開日 平成15年11月14日 (2003. 11. 14)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
G 0 1 N 21/17	6 2 5	G 0 1 N 21/17	6 2 5 2 G 0 5 9
A 6 1 B 5/145		21/35	Z 4 C 0 1 7
G 0 1 N 21/35		A 6 1 B 10/00	E 4 C 0 3 8
// A 6 1 B 5/026		5/14	3 1 0
10/00		5/02	3 4 0 D
審査請求 有 請求項の数16 O L (全 9 頁)			

(21) 出願番号 特願2002-128107 (P2002-128107)

(22) 出願日 平成14年4月30日 (2002. 4. 30)

特許法第30条第1項適用申請有り

(71) 出願人 301022471

独立行政法人通信総合研究所

東京都小金井市貫井北町4-2-1

(72) 発明者 宮井 一郎

大阪市城東区東中浜1-6-5 特定医療

法人大道会 ポパース記念病院内

(72) 発明者 田邊 宏樹

東京都小金井市貫井北町4-2-1 独立

行政法人通信総合研究所内

(74) 代理人 100085338

弁理士 赤澤 一博 (外1名)

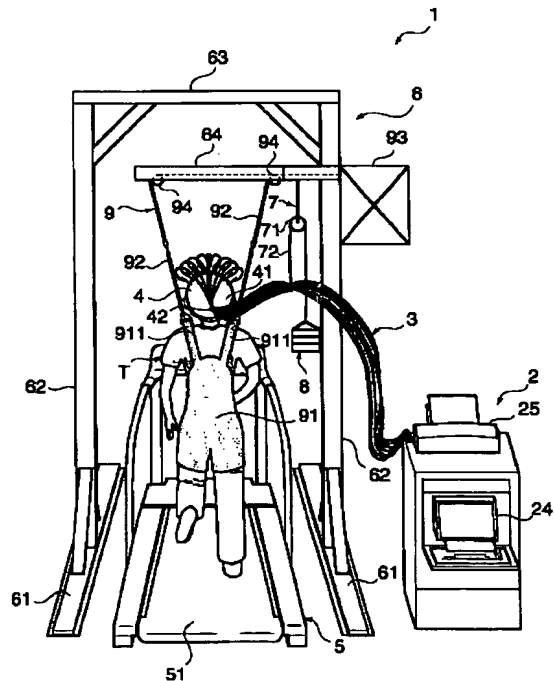
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 脳活動計測装置、脳活動計測用頭部装着具

(57) 【要約】

【課題】 NIRS法を利用した脳活動計測時に、光ファイバの荷重によって被験者に不快感を与えることなく、その影響を本来の計測結果にも及ぼすことのない脳活動計測装置、及びそれに用いられる頭部装着具を提供する

【解決手段】 脳活動計測装置1を、被験者Tの頭部に装着した頭部装着具4から制御部2に延びる光ファイバ群3の中間長さ位置を、吊り上げ手段7により吊り上げるように構成した。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】被験者の頭部に近赤外線を照射し、当該被験者の脳で反射した近赤外線を計測することにより近赤外線分光法を利用して脳の活動を計測する脳活動計測装置において、

近赤外線の照射及び検出並びに計測等を制御する制御部と、制御部で制御され照射された近赤外線を被験者の頭部に伝達する照射用光ファイバ及び被験者の脳で反射した近赤外線を制御部に伝達する検出用光ファイバからなる複数の光ファイバを束ねた光ファイバ群と、被験者の頭部に装着され光ファイバ群の一端部を保持する頭部装着具と、光ファイバ群の頭部装着具側の端部と制御部側の端部との間における中間部位を吊り上げる吊り上げ手段と、当該吊り上げ手段により吊り上げた光ファイバ群の重量と略均等な重量を有し吊り上げ手段により吊り上げられるウェイトバランスとを具備してなることを特徴とする脳活動計測装置。

【請求項 2】被験者の頭部に近赤外線を照射し、当該被験者の脳で反射した近赤外線を計測することにより近赤外線分光法を利用して脳の活動を計測する脳活動計測装置において、

近赤外線の照射及び検出並びに計測等を制御する制御部と、制御部で制御され照射された近赤外線を被験者の頭部に伝達する照射用光ファイバ及び被験者の脳で反射した近赤外線を制御部に伝達する検出用光ファイバからなる複数の光ファイバを束ねた光ファイバ群と、被験者の頭部に装着され且つ後頭部若しくは頂頭部を被覆する後頭部被覆部を有し前記光ファイバ群の一端部を保持するとともに当該光ファイバ群の一端部近傍を後頭部被覆部に固定した頭部装着具と、光ファイバ群の前記後頭部被覆部における固定位置と制御部側の端部との間における中間部位を吊り上げる吊り上げ手段と、当該吊り上げ手段により吊り上げた光ファイバ群の重量と略均等な重量を有し吊り上げ手段により吊り上げられるウェイトバランスとを具備してなることを特徴とする脳活動計測装置。

【請求項 3】吊り上げ手段が、光ファイバ群とウェイトバランスとを振り分けて滑動自在に支持する滑車を備えている請求項 1 又は 2 記載の脳活動計測装置。

【請求項 4】被験者が略定位置で脚部を動作可能なトレッドミルを具備している請求項 1 乃至 3 記載の脳活動計測装置。

【請求項 5】前記トレッドミルの上方において被験者の少なくとも脚部のみの動作を許容して身体を吊り上げた状態に支持する身体吊り上げ手段をさらに具備している請求項 4 記載の脳活動計測装置。

【請求項 6】前記制御部が、脳で反射され検出用光ファイバを通じて検出した近赤外線に基づいて、脳機能に寄与する物質であるパラメータ物質の分布や濃度変化等の動態を示す又は示唆するパラメータ物質動態データを生

成するパラメータ物質動態データ生成手段と、この生成されたパラメータ物質動態データを表示する表示手段とを備えている請求項 1 乃至 5 記載の脳活動計測装置。

【請求項 7】前記制御部が、パラメータ物質動態データ生成手段で生成したパラメータ物質動態データを、脳機能画像データとして加工する脳機能画像データ加工手段を更に備え、前記表示手段が、脳機能画像データ加工手段で加工した脳機能画像データを表示する機能を有している請求項 6 記載の脳活動計測装置。

10 【請求項 8】前記制御部が、パラメータ物質動態データ加工手段で加工した脳機能画像データを蓄積する脳機能画像データ蓄積手段を更に備えている請求項 7 記載の脳活動計測装置。

【請求項 9】前記表示手段が、脳機能画像データ加工手段で加工した脳機能画像データを、他の医療画像診断装置で生成された脳形態画像データ又は脳機能画像データと重ね合わせて表示する機能を有している請求項 7 又は 8 記載の脳活動計測装置。

20 【請求項 10】前記脳機能画像データが、被験者の脳における血行動態変化を示す画像である請求項 7 乃至 9 記載の脳活動計測装置。

【請求項 11】前記パラメータ物質動態データ生成手段が、パラメータ物質としてオキシヘモグロビン及びデオキシヘモグロビンの動態を示すヘモグロビン動態データを生成するものであって、表示手段が、生成されたヘモグロビン動態データを前記血行動態変化を示す画像として表示するものである請求項 10 記載の脳活動計測装置。

30 【請求項 12】前記制御部において、オキシヘモグロビン及びデオキシヘモグロビンのそれぞれの分子吸光係数が異なる少なくとも 2 つ以上の波長の近赤外線を照射し、且つ検出するようにしている請求項 11 記載の脳活動計測装置。

【請求項 13】制御部が、検出した異なる 2 つ以上の波長の近赤外線に基づく各ヘモグロビン動態データ、又は当該各ヘモグロビン動態データに基づく血行動態変化を示す各画像を、組み合わせ、抽出し、又は変換するなどの演算処理を行う演算処理手段をさらに備えている請求項 12 記載の脳活動計測装置。

40 【請求項 14】被験者の頭部に近赤外線を照射し、当該被験者の脳で反射した近赤外線を計測することにより近赤外線分光法を利用して脳の活動を計測する脳活動計測装置において、近赤外線の照射及び検出並びに計測等を制御する制御部と、制御部で制御され照射された近赤外線を被験者の頭部に伝達する照射用光ファイバ及び被験者の脳で反射した近赤外線を制御部に伝達する検出用光ファイバからなる複数の光ファイバを束ねた光ファイバ群と、光ファイバ群の被験者側の端部と制御部側の端部との間における中間部位を吊り上げる吊り上げ手段と、  
50 当該吊り上げ手段により吊り上げた光ファイバ群の重量

と略均等な重量を有し吊り上げ手段により吊り上げられるウェイトバランスと共に用いられ、被験者の頭部に装着される頭部装着部と、該頭部装着部において光ファイバ群の一端部を保持する保持部を形成していることを特徴とする脳活動計測用頭部装着具。

【請求項 15】被験者の後頭部若しくは頭頂部を被覆する部位に後頭部被覆部を形成し、該後頭部被覆部において光ファイバ群の被験者側の一端部近傍を固定する固定手段を有している請求項 14 記載の脳活動計測用頭部装着具。

【請求項 16】頭部装着部が、熱可塑性材料を主体としてなり、当該熱可塑性材料を加熱して軟化させた状態で被験者の頭部に被せた後硬化させることによって、当該被験者の頭部の形状に対応した形状を有している請求項 14 又は 15 記載の脳活動計測用頭部装着具。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、被験者の脳の機能情報を容易に得るための脳活動計測装置及びそれに適用される脳活動計測用頭部装着具に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、脳の活動を非侵襲的に計測し脳機能を解析する装置やシステムが種々開発されてきている。例えば、機能的核磁気共鳴法（fMRI；functional magnetic resonance imaging）、ポジトロン断層法（PET；positron emission tomography）等が代表例である。しかしながら、このような方法では、被験者をほぼ閉塞された装置内に収容し、その装置内で脳活動を計測するため、例えば被験者の体を動かしながら運動中における脳活動を計測することは困難である。

【0003】このような問題を解決する方法として、近赤外線分光法（NIRS；near-infrared spectroscopy）を利用した脳活動の計測方法が開発され注目されるようになっていく。NIRS法では、被験者の頭部に照射用光ファイバを通じて所定波長の近赤外線を照射し、それに対応して脳で反射した近赤外線を検出用光ファイバを通じて検出する方法が採用されている。具体的には、皮膚組織や骨組織を透過し且つ脳の血管における血液中のオキシヘモグロビン及びデオキシヘモグロビンに吸収される波長の近赤外線を利用して、この近赤外線を被験者の頭部に装着したホルダに接続した光ファイバを介して伝達することで、血液中のオキシヘモグロビン濃度、デオキシヘモグロビン濃度及びそれらの総和である総ヘモグロビン濃度を測定し、これらの経時的な濃度変化から導き出される脳内の血行動態変化によって、運動中又は静止状態における被験者の脳活動を計測し、或いは画像化する。また、NIRS法によれば、運動機能に障害を有する被験者が、その障害を有する部位を動かしているようにイメージする場合の脳活動を計測することで、脳の活動パターンを明らかにするとともに、リハビリ

リテーションにも役立っている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところが、従来より採用されているNIRS法を採用した脳活動計測装置では、照射用光ファイバや検出用光ファイバの束の荷重が前記ホルダを介して被験者の頭部に作用するため、それによる影響が目的とする脳活動の計測結果に反映されてしまう可能性を排除することが困難であり、また、被験者が光ファイバの荷重により不快感を覚える場合もある。特に歩行等の運動中の計測では、その影響が大きい。

【0005】そこで本発明は、以上のような問題に鑑みて、NIRS法を利用した脳活動計測時に、光ファイバの荷重によって被験者に不快感を与えることなく、その影響を本来の計測結果にも及ぼすことのない脳活動計測装置、及びそれに用いられる頭部装着具を提供することを主たる目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】すなわち、本発明の脳活動計測装置は、被験者の頭部に近赤外線を照射し、当該被験者の脳で反射した近赤外線を計測することにより近赤外線分光法を利用して脳の活動を計測するものにおいて、近赤外線の照射及び検出並びに計測等を制御する制御部と、制御部で制御され照射された近赤外線を被験者の頭部に伝達する照射用光ファイバ及び被験者の脳で反射した近赤外線を制御部に伝達する検出用光ファイバからなる複数の光ファイバを束ねた光ファイバ群と、被験者の頭部に装着され光ファイバ群の一端部を保持する頭部装着具と、光ファイバ群の頭部装着具側の端部と制御部側の端部との間における中間部位を吊り上げる吊り上げ手段と、当該吊り上げ手段により吊り上げた光ファイバ群の重量と略均等な重量を有し吊り上げ手段により吊り上げられるウェイトバランスとを具備してなることを特徴とするものである。

【0007】このような構成の脳活動計測装置であれば、頭部装着具を介して被験者の頭部に接続された光ファイバ群は、吊り上げ手段によって吊り上げられた状態で支持され、且つウェイトバランスによって重量の均衡が図られるため、被験者の頭部には光ファイバ群の荷重が殆ど作用しないことになる。そのため、被験者が光ファイバ群による不快感を感じることを防止し、光ファイバ群の荷重が被験者に作用することによるNIRS法を利用した脳活動の計測結果に影響も可及的に排除できることになる。また、運動状態における被験者の脳活動を計測するに際しては、被験者の体の自由度も飛躍的に向上させることが可能となる。

【0008】特に、吊り上げ手段により吊り上げられウェイトバランスにより重量の均衡をとった光ファイバ群の安定性を高め、被験者に与える不快感や測定結果の正確性、被験者の体の動きの自由度をより向上させる構成

としては、頭部装着具を、被験者の頭部に装着され且つ後頭部若しくは頭頂部を被覆する後頭部被覆部を有するものとし、光ファイバ群の一端部を保持するとともに当該光ファイバ群の一端部近傍を後頭部被覆部に固定した構成としたものが挙げられる。

【0009】また、吊り上げ手段として好適なものには、光ファイバ群とウェイトバランスとを振り分けて滑動自在に支持する滑車を備える構成のものを挙げることができる。

【0010】さらに、運動状態における被験者の脳活動を好適に計測するには、脳活動計測装置に、被験者が略定位置で脚部を動作可能なトレッドミルを設けることが望ましい。この場合、自力での歩行が困難な被験者に対しては、トレッドミルの上方において被験者の少なくとも脚部のみの動作を許容して身体を吊り上げた状態に支持する身体吊り上げ手段をさらに設けるとよい。このようにすることで、足の運動障害を有する被験者のニューロリハビリにも大いに役立つこととなる。

【0011】以上のような構成の脳活動計測装置において、運動中の被験者の脳の状態を適切に計測するための好適な制御部の構成としては、脳で反射され検出用光ファイバを通じて検出した近赤外線に基づいて、脳機能に寄与する物質であるパラメータ物質の分布や濃度変化等の動態を示す又は示唆するパラメータ物質動態データを生成するパラメータ物質動態データ生成手段と、この生成されたパラメータ物質動態データを表示する表示手段とを備えたものが好ましい。

【0012】特に、検出した近赤外線に基づいて脳機能を視覚的に把握、判別できるようにするには、制御部において、パラメータ物質動態データ生成手段で生成したパラメータ物質動態データを、脳機能画像データとして加工する脳機能画像データ加工手段を更に設け、前記表示手段が、脳機能画像データ加工手段で加工した脳機能画像データを表示する機能を有するものとするのが有用である。ここで、パラメータ物質としては、ヘモグロビン（オキシヘモグロビンやデオキシヘモグロビン）、糖（グルコース等）を例示することができる。さらに、制御部に、パラメータ物質動態データ加工手段で加工した脳機能画像データを蓄積する脳機能画像データ蓄積手段を設けることによって、被験者の脳活動の計測結果を、以前の計測結果や将来の計測結果と比較したり、他の被験者の計測結果と比較するなど、計測結果の有効利用を図ることができる。

【0013】また、CTスキャンやMRI等の他の医療画像診断装置で得られた脳の形態画像や、fMRI等の他の医療画像診断装置で得られた脳の機能画像と併用して、より詳細な脳活動のデータ収集を容易なものとするには、表示手段に、脳機能画像データ加工手段で加工した脳機能画像データを、他の医療画像診断装置で生成された脳形態画像データ又は脳機能画像データと重ね合わ

せて表示する機能を設けるとよい。

【0014】特に、この脳活動計測装置で得られる脳機能画像データとして好適な具体例には、被験者の脳における血行動態変化を示す画像を挙げることができる。より具体的に好ましくは、パラメータ物質動態データ生成手段が、パラメータ物質としてオキシヘモグロビン及びデオキシヘモグロビンの動態を示すヘモグロビン動態データを生成するものである場合、表示手段を、生成されたヘモグロビン動態データを前記血行動態変化を示す画像として表示するものとすればよい。この場合、オキシヘモグロビンとデオキシヘモグロビンの動態変化を把握するには、制御部において、オキシヘモグロビン及びデオキシヘモグロビンのそれぞれの分子吸光係数が異なる少なくとも2つ以上の波長の近赤外線を照射し、且つ検出して分光法に基づく理論によって計算するようにすることが望ましい。さらに、これら検出した2波長以上の近赤外線に基づく脳活動の解析を行い、脳の機能情報をより詳細に得るためには、制御部において、検出した異なる2つ以上の波長の近赤外線に基づく各ヘモグロビン動態データ、又は当該各ヘモグロビン動態データに基づく血行動態変化を示す各画像を、組み合わせ、抽出し、又は変換するなどの演算処理を行う演算処理手段をさらに設けることが好ましい。

【0015】また、本発明の脳活動計測用頭部装着具は、被験者の頭部に近赤外線を照射し、当該被験者の脳で反射した近赤外線を計測することにより近赤外線分光法を利用して脳の活動を計測する脳活動計測装置において、近赤外線の照射及び検出並びに計測等を制御する制御部と、制御部で制御され照射された近赤外線を被験者の頭部に伝達する照射用光ファイバ及び被験者の脳で反射した近赤外線を制御部に伝達する検出用光ファイバからなる複数の光ファイバを束ねた光ファイバ群と、光ファイバ群の被験者側の端部と制御部側の端部との間における中間部位を吊り上げる吊り上げ手段と、当該吊り上げ手段により吊り上げた光ファイバ群の重量と略均等な重量を有し吊り上げ手段により吊り上げられるウェイトバランスと共に用いられ、被験者の頭部に装着される頭部装着部と、該頭部装着部において光ファイバ群の一端部を保持する保持部を形成していることを特徴としている。

【0016】このようなものであれば、光ファイバ群は、吊り上げ手段によって吊り上げられた状態で支持され、且つウェイトバランスによって重量の均衡が図られるため、この脳活動計測用頭部装着具を装着した被験者の頭部には光ファイバ群の荷重が殆ど作用しないことになる。そのため、被験者が光ファイバ群による不快感を感じることを防止し、光ファイバ群の荷重が被験者に作用することによるNIRS法を利用した脳活動の計測結果に影響も可及的に排除でき、また、運動状態における被験者の脳活動を計測するに際しては、被験者の体の自

由度も向上することができるようになる。

【0017】特に、この脳活動計測用頭部装着具に一端部を保持された光ファイバ群の安定性及びそれに基づく被験者の頭部の安定性を向上するには、被験者の後頭部若しくは頭頂部を被覆する部位に後頭部被覆部を形成し、該後頭部被覆部において光ファイバ群の被験者側の一端部近傍を固定する固定手段を設けるとよい。

【0018】また、頭部装着部を、熱可塑性材料を主体としてなるものとし、当該熱可塑性材料を加熱して軟化させた状態で被験者の頭部に被せた後硬化させることによって、当該被験者の頭部の形状に対応した形状とすることで、被験者ごとの頭部の形状に合った脳活動計測用頭部装着具を利用でき、より正確な脳活動の計測が可能になる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態を、図面を参照して説明する。

【0020】図1及び図2に概略的に示す本実施形態の脳活動計測装置1は、被験者Tの運動中、特に四肢を動かしているときの脳活動を近赤外線分光法（NIRS法）を利用して計測するためのものである。

【0021】この脳活動計測装置1は、制御部2、光ファイバ群3、頭部装着具4、トレッドミル5、支持台6、吊り上げ手段7、ウェイトバランス8、身体吊り上げ手段9等から構成される。

【0022】まず制御部2は、図3に示す概略的な機能構成図に基づいて説明すると、近赤外線を照射する光源22、被験者Tの脳で反射した近赤外線を検出する検出器23、前記光源22や検出器23の制御及び検出器23で検出した近赤外線の計測等を実行する情報処理装置21、ディスプレイ24、プリンタ25等からなるものである。情報処理装置21は、例えば専用コンピュータや所定のソフトウェアプログラムを組み込んだ汎用コンピュータであって、図示しないが、CPU、内部メモリ、HDD等の記憶装置、キーボードやマウス等の入力デバイス、外部機器との通信インタフェース等を備えている。そして、この情報処理装置21は、前記プログラムに従って各部が作動し、図3に示すように、光源制御手段211、検出器制御手段212、測定対象であるパラメータ物質たるヘモグロビンの動態データを生成するヘモグロビン動態データ生成手段213、脳機能画像データ加工手段214、脳機能画像データ蓄積手段215、演算処理手段216、表示手段217等として機能する。

【0023】以下、制御部2における各手段について簡単に説明する。光源制御手段211は、それぞれ照射用光ファイバ31の基端部を接続した異なる波長の近赤外線を発する光源22、具体的に本実施形態では、オキシヘモグロビン及びデオキシヘモグロビンに吸収される近赤外線の波長に対応する780nm、805nm、83

0nm付近の3波長の半導体レーザダイオードからなる光源22に対して、所定間隔のパルス光又は定常光を発するように制御するものである。なお、光源22は、780nm及び830nm付近の2波長の半導体レーザダイオードから構成してもよい。また、光源としてはLED等を採用することもできる。一方、検出器制御手段212は、光源22から照射した近赤外線の波長に対応して反射した近赤外線を、検出用光ファイバ32を通じてフォトマルチプライヤー等からなる検出器23で検出するように当該検出器23を制御し、デジタル信号に変換する。本実施形態では、複数の光源22と複数の検出器23をそれぞれ組にして設けており、例えば1〜30までの番号を付した30組の光源・検出器チャンネルを、光源制御手段211及び検出器制御手段212によって制御している。ヘモグロビン動態データ生成手段213は、検出器23で検出され、検出器制御手段212でデジタル信号に変換された近赤外線に基づいて、被験者Tの脳の各部におけるオキシヘモグロビン及びデオキシヘモグロビンの分布や経時的な濃度変化等の動態を示すヘモグロビン動態データを生成する。演算処理手段216は、生成されたオキシヘモグロビン動態データ及びデオキシヘモグロビンの動態データに基づき、それらの総和である総ヘモグロビンの動態データを生成し、又はそれらオキシヘモグロビン動態データ、デオキシヘモグロビン動態データ、及び総ヘモグロビン動態データを経時的なグラフとしたり、複数回の測定値を平均化するなどの処理を行う。脳機能画像データ加工手段214は、上記複数の光源・検出チャンネルから取得し、ヘモグロビン動態データ生成手段213で生成したオキシヘモグロビン動態データ及びデオキシヘモグロビン動態データや、演算処理手段216で処理した総ヘモグロビン動態データ等を解析し、脳機能画像データとして加工する。また、脳機能画像データ蓄積手段215は、脳機能画像データ加工手段214で加工した脳機能画像データをHDD等に蓄積する。表示手段217は、主として脳機能画像データ加工手段214で加工した脳機能画像データに基づき、ヘモグロビンの動態に基づく血行動態変化画像としてディスプレイ24に表示出力、又はプリンタ25に印刷出力するなどの処理を行う。また、この表示手段217では、画像データに加工される前のヘモグロビン動態データを表示又は印刷出力したり、脳機能画像データをCTスキャン等による被験者Tの頭部の断層形態画像やfMRI等による脳機能画像等と組み合わせ又は重ね合わせて表示又は印刷出力する機能を有している。

【0024】光ファイバ群3は、それぞれ複数の照射用光ファイバ31及び検出用光ファイバ32の束で構成される。照射用光ファイバ31の基端部は光源22に接続しており、先端部を頭部装着具4に設けたホルダ等で構成される保持部43に接続して被験者Tの頭部に直接的に近赤外線を照射する。照射された近赤外線は、被験者

Tの頭皮や頭蓋骨を透過し、大脳皮質で反射する。一方、検出用光ファイバ32は、基端部を検出器23に接続しており、先端部を頭部装着具4に設けたホルダ等で構成される保持部44に接続して、対に設けられた照射用光ファイバ31で照射され大脳皮質で反射した近赤外線を受光し、検出器23へと伝達する。

【0025】頭部装着具4は、被験者Tの頭部に被せるものであり、熱可塑性樹脂素材からなる頭部装着部41を主体として構成される。そして、被験者Tごとの頭部の形状に対応してオーダーメイドで頭部装着部41を作成できるようにもしている。具体的には、被験者Tの頭部の型を予め取っておき、熱可塑性樹脂からなるシート材を加熱して軟化させた状態で被験者Tの頭部の型にあてがって密着させ、頭部の形状を前記シート材に写し取り、冷却して硬化させる。このようにして形成された頭部装着部41は、図4に示すように、被験者Tの額から側頭部、頭頂部、後頭部に亘って連続的に頭部のほぼ全域を覆う形状となる。特に本実施形態では、頭部装着部41のうち被験者Tの後頭部を覆う部位を、後頭部被覆部41xとしている。そして、この後頭部被覆部41xに、光ファイバ31の先端部側の一部を束ねて固定する固定手段42を設けている。この固定手段42は、例えばアーチ型をなす樹脂部材であり、そのアーチ型の内側に光ファイバ群3を挿入させた状態で固定するようにしている。このようにしたのは、固定手段42で光ファイバ群3を被験者Tの後頭部において一箇所で固定することで、運動による光ファイバ群3の揺れ等に対する安定性を向上することができるからである。また、頭部装着部31において照射用光ファイバ31及び検出用光ファイバ32の本数に対応して、これら光ファイバ31、32の先端部を固定するホルダからなる保持手段43、44を設けている。各保持手段43、44が設けられる部位では、頭部装着部41に貫通孔を設けており、この貫通孔を通じて各光ファイバ31、32の先端部を被験者Tの頭皮に接触させるようにしている。なお、所定の照射用光ファイバ31から照射された近赤外線は、大脳皮質で反射して所定の又は複数の検出用光ファイバ32で受光するようにしているため、このように組にされた照射用光ファイバ31と検出用光ファイバ32とに対応する保持部43、44は、例えば3cm程度の間隔をあけて設けている。

【0026】トレッドミル5は、回転ベルト51上を被験者Tがほぼ定位置で歩行又は走行できるようにした通常のものである。回転ベルト51を停止した際には、被験者Tは静止又は足踏み運動を行うことができる。

【0027】支持台6は、トレッドミル5の周囲に設けられ高い剛性を有するもので、トレッドミル5の左右両側の床上に配置される一対のベース61、ベース61上にそれぞれ立設される左右一対の支柱62、支柱62の上端部間を接続する横桟63、及び後述する吊り上げ手

段7や身体吊り上げ手段9を支持し前記横桟63とはほぼ平行に延びる支持アーム64を主体として構成される。なお、支持アーム64は、トレッドミル5上の被験者Tの頭部よりも高位置に配置している。

【0028】吊り上げ手段7は、束ねられた光ファイバ群3を吊り上げることによって、光ファイバ群3の重量により被験者Tの頭部に作用する荷重を軽減し又はその荷重の殆どを排除するものである。具体的に吊り上げ手段7は、前記支持アーム64の一部に支持された水平軸周りに正逆回転可能な滑車71を備え、その滑車71の一方に、紐やロープ等の可撓変形可能な線材72の一端に光ファイバ群3の先端部と基端部との間における中間位置を固定している。その際、光ファイバ群3の中間位置は、各光ファイバ31、32がバラバラにならないように、紐や結束バンド等で束ねて固定しておくともよい。また、滑車71に掛けられた前記線材72の他端には、次に説明するウェイトバランサ8を固定している。なお、滑車71は、支持アーム64に内蔵する構成としてもよい。

【0029】ウェイトバランサ8は、滑車71に掛けられた線材72の一端に固定してある光ファイバ群3の重量とはほぼ等しい重量を有するものであり、素材や形状は特に限定されることなく適宜のものを利用することができる。そして、滑車71の両側に光ファイバ群3とウェイトバランサ8とを線材72を介して振り分けて吊り上げることで、光ファイバ群3の重量がウェイトバランサ8の重量と均衡して支持アーム64に支持されることとなるため、被験者Tの頭部には光ファイバ群3の重量による荷重が殆ど作用しないようになる。

【0030】身体吊り上げ手段9は、トレッドミル5上の被験者Tの身体を前記支持アーム64から吊り上げて支持するものである。具体的には、被験者Tの胴部、臀部及び大腿部に装着され肩の上方に延びるベルト911を備えたボディースーツ91と、被験者Tをボディースーツ91を着用した状態でベルト911の上端部から上方へ引き上げるワイヤ92と、このワイヤ92を引き寄せるべく支柱62等に設けられたウィンチ93と、支持アーム64に設けられワイヤ92の中間長さ位置を滑動自在に支持する滑車94とから構成される。このような身体吊り上げ手段9を設けることで、被験者Tを半ば宙吊り状態として脚部のみをトレッドミル5上で動作させることを可能にする、ボディウェイトサポート法による脳活動の計測、又は脚部の機能回復のためのリハビリテーション時の脳活動の計測を可能とすることができる。

【0031】以上に説明した本実施形態の脳活動計測装置1及びそれに適用される頭部装着具4によれば、光ファイバ群3が中間長さ位置でウェイトバランサ8と重量の均衡を図りつつ吊り上げ手段7により吊り上げられるため、光ファイバ群3の重量による荷重が頭部装着具4を介して被験者Tの頭部に殆ど作用せず、被験者Tが感

ずる不快感を解消するとともに、光ファイバ群3の荷重が被験者Tの頭部に作用することによる脳活動の計測結果に及ぼす影響を可及的に排除又は低減することが可能である。また、光ファイバ群3は、ウェイトバランス8とバランスを取りながら線材72を介して滑車71により滑動自在に支持されているため、特にトレッドミル5上で被験者Tが歩行又は走行運動を行う際に光ファイバ群3が揺れ動いたとしても、それによる被験者Tの脳活動に対する影響をも排除又は低減することができる。

【0032】また、被験者Tの身体は、トレッドミル5上で身体吊り上げ手段9により吊り上げられた状態となっていることから、特に脚部の動きに対応した脳活動の計測に極めて好適であり、ニューロリハビリにも大いに役立つことになる。

【0033】実験(I.Miyai et.al, NeuroImage 14,1186-1192(2001))では、この脳活動計測装置1を用いて被験者Tの歩行時における大脳皮質の活動パターンを画像化することに成功し、その結果、ヒトの歩行時には、内側一次感覚運動野、補足運動野の両部位に、オキシヘモグロビン及び総ヘモグロビンの増加が認められた。また、足を交互に動かす運動を行った場合、前記内側一次感覚運動野、補足運動野の両部位におけるより狭い領域の活性化が認められた。さらに、実際には足を動かさずに歩行をイメージした場合には、補足運動野の尾側の活性化が認められた。以上の計測結果より、ヒトの運動を支配する大脳皮質の活動パターンを明らかにすることができ、本脳活動計測装置1が、運動障害時、リハビリテーション時の歩行に対する脳活動パターンの診断に有用であることを示すことができた。

【0034】なお、本発明は上述した実施形態に限られるものではなく、各部の具体的構成等を、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形が可能である。

【0035】

【発明の効果】本発明は以上に詳述したように、NIRS法を利用した脳活動の計測において、被験者の頭部に装着した頭部装着具から制御部に延びる光ファイバ群を、その中間位置で吊り上げ手段により吊り上げた状態

とすることで、従来は光ファイバ群の重量により被験者の頭部に作用していた荷重を排除又は軽減することができるため、被験者が感ずる不快感や、頭部に光ファイバ群の荷重を受けることによる脳活動に及ぼす影響をなくし又は少なくとも可及的に軽減することができる。その結果、被験者の運動時における脳活動の計測を飛躍的に正確且つ適正に行うことが可能である。特に、頭部装着具のうち被験者の後頭部に対応する部位に、光ファイバ群の一部を固定することで、光ファイバ群の安定性を向上することができる。さらに、吊り上げ手段に滑車を設け、この滑車を介してウェイトバランスを吊り上げ、光ファイバ群の重量がウェイトバランスの重量と均衡するように構成すると、運動時の脳活動の計測の正確性をさらに向上することができる。

【0036】また、以上の構成に加え、被験者の頭部で反射した近赤外線測定値に基づいて脳の機能画像を生成し、又は加工等を図るようすることで、運動時の脳機能の診断やニューロリハビリにも大いに役立つことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る脳活動計測装置全体を被験者の背後から見た状態を示す図。

【図2】同脳活動計測装置を被験者の側方から見た状態を示す図。

【図3】同実施形態における制御部の概略的な機能構成図。

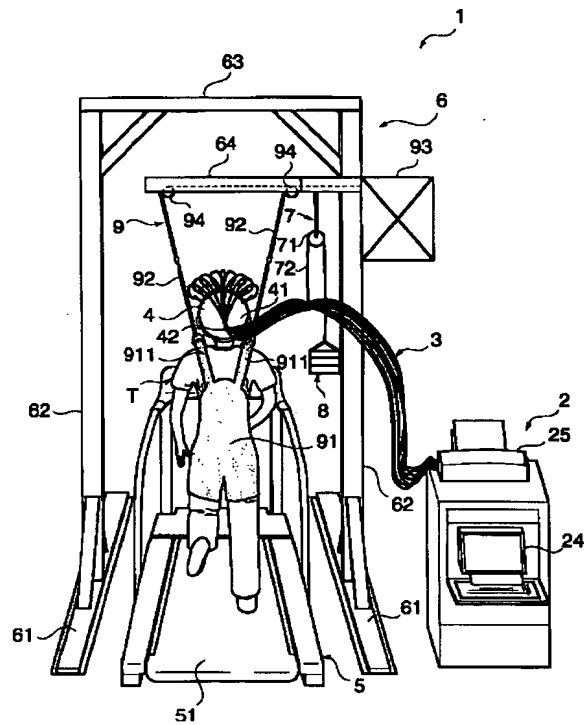
【図4】同実施形態に適用される頭部装着具を後方から見た状態を示す図。

【符号の説明】

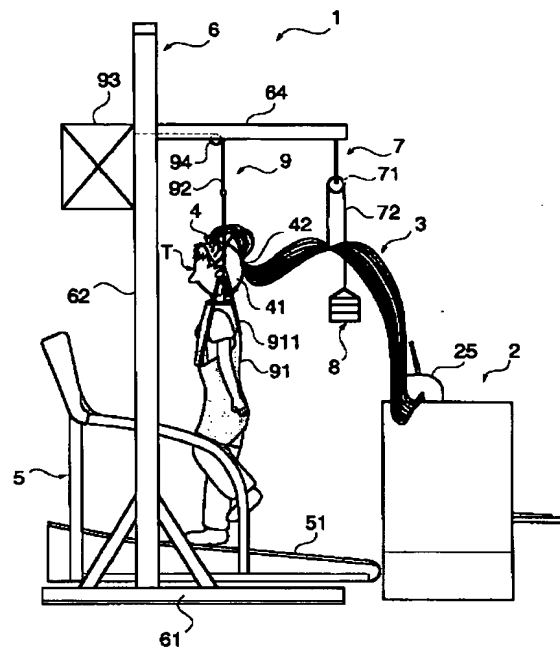
- 1…脳活動計測装置
- 2…制御部
- 3…光ファイバ群
- 4…頭部装着具
- 5…トレッドミル
- 7…吊り上げ手段
- 8…ウェイトバランス
- 9…身体吊り上げ手段



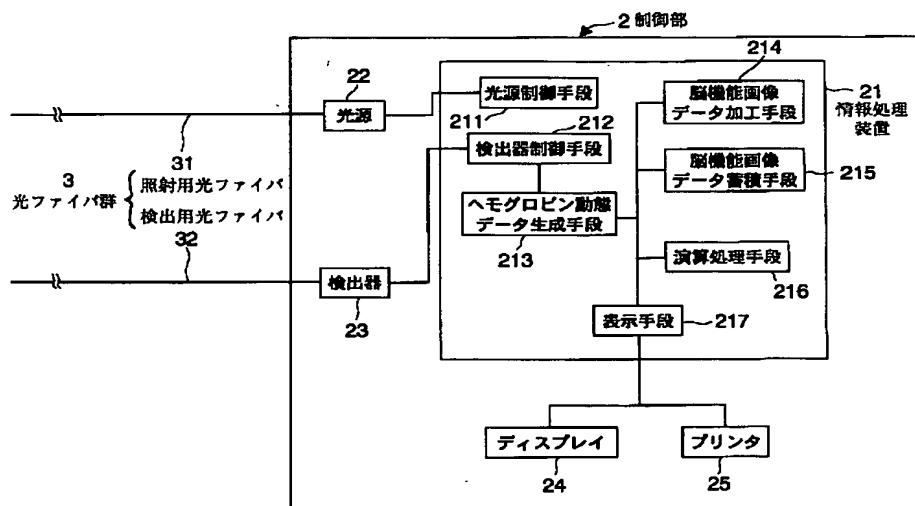
【図1】



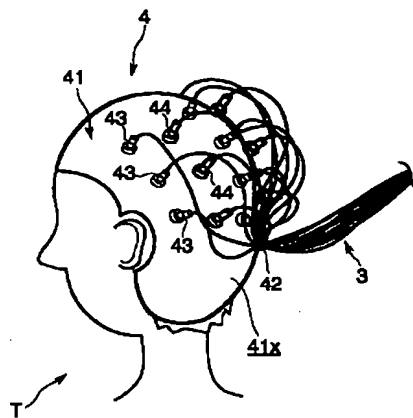
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 佐瀬 一郎  
東京都小金井市貫井北町4-2-1 独立  
行政法人通信総合研究所内

(72)発明者 江田 英雄  
東京都小金井市貫井北町4-2-1 独立  
行政法人通信総合研究所内

(72)発明者 小田 一郎  
京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会  
社島津製作所内

(72)発明者 小西 郁夫  
京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会  
社島津製作所内

(72)発明者 網澤 義夫  
京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会  
社島津製作所内

(72)発明者 鈴木 恒彦  
大阪市城東区東中浜1-6-5 特定医療  
法人大道会 ポパース記念病院内

(72)発明者 柳田 敏雄  
東京都小金井市貫井北町4-2-1 独立  
行政法人通信総合研究所内

(72)発明者 久保田 競  
大阪市城東区東中浜1-6-5 特定医療  
法人大道会 ポパース記念病院内

F ターム(参考) 2G059 AA05 BB12 CC18 EE02 EE11  
FF01 GG01 GG03 HH01 HH06  
JJ17 KK02 MM03 MM09 PP04  
4C017 AA11 AB06 AC28 BC11 CC03  
FF30  
4C038 KK01 KL05 KL07 KM00 KX01  
KX02 KY01 KY03 KY04

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**